

## 電子撮像装置及びそれを用いた顕微鏡装置

### Electronic Imaging Apparatus and Microscope Apparatus Using the Same

#### BACKGROUND OF THE INVENTION

##### 1. Field of the Invention

本発明は標本の撮影（撮像）に用いられる電子撮像装置に関する。特に、顕微鏡に使用する顕微鏡用電子撮像装置に関する。

##### 2. Description of the Related Art

図１はフィルムを使用するタイプの撮影装置を、顕微鏡に取り付けた一従来例を示す概略構成図である。

図１の顕微鏡１１では、光源装置１２内の光源１３からの光をコレクタレンズ１４で略平行光にし、ミラー１５で反射させてステージ１６上に載置された標本（図示省略）に照射している。標本からの光は対物レンズ１７を経てカメラ１８に入射して、標本の像を形成するようになっている。

カメラ１８は、図示省略したマウント等を介して顕微鏡１１に取り付けられており、顕微鏡１１を経て入射した光を装填されたフィルム１９の面で撮影する。

なお、図１中、２０、２０'は接眼レンズ、２１はフィルタ、２２はフィルタを光路に挿脱するための駆動手段、２３は顕微鏡支持部である。また、２４はピントやフレーミングを確認したり、露光量を算出するためのプリズムボックス、２５は露光用シャッターである。

ところで、近年、顕微鏡の撮影に用いる撮像装置としては、ＣＣＤなどの電子撮像素子を採用した電子撮像装置が普及してきている。その理由としては、電子撮像装置だと、１．標本の撮像（撮影）が手軽にできる、２．撮像した画像の処理が容易に行える、３．撮影した画像の管理や配布が容易である、などがあげられる。

また、現在コンシューマー市場で主流になっている電子撮像素子は、低価格化が進んでいる。そのため、撮像装置全体の価格も低下し、よりユーザが購入し易い状況となってきた。

## SUMMARY OF THE INVENTION

本発明の電子撮像装置は、光学装置に接続するための接続部と、前記光学装置から入射してくる所定波長領域の光に対し所定の透過率を有する光学素子と、前記光学素子を透過した光を受光する電子撮像素子とを含んでいる。

本発明の撮像カメラ接続用アダプタは、光学装置と撮像カメラとの間に配置されていて、前記光学装置に接続された第1の接続部と、前記撮像カメラに接続された第2の接続部と、前記光学装置から入射してくる所定波長域の光に対し所定の透過率を有する光学素子とを含んでいる。

本発明の顕微鏡装置は、顕微鏡と、前記顕微鏡から入射してくる所定波長域の光に対し所定の透過率を有する光学素子と、前記光学素子を透過した光を受光する電子撮像素子とを含んでいる。

These and other features and advantages of the present invention will become apparent from the following detailed description of the preferred embodiments when taken in conjunction with the accompanying drawings.

## BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図1は、フィルムを使用する撮像装置を顕微鏡に取り付けた一従来例の概略構成図である。

図2は、NDフィルタで反射して電子撮像素子に向かう光の特徴を説明するための図である。

図3は、本発明による顕微鏡用電子撮像装置の第1実施例の要部断面図である。

図4は、第1実施例に用いられるNDフィルタの分光透過率特性線図である。

図 5 は、第 1 実施例に用いられる他の ND フィルタの分光透過率特性線図である。

図 6 は、本発明による顕微鏡用電子撮像装置の第 2 実施例を示す側面図である。

図 7 A 及び 7 B は、それぞれ、第 2 実施例に用いられる撮像カメラ接続アダプタの断面図及び平面図である。

図 8 A 及び 8 B は、それぞれ、第 3 実施例として用いられる撮像カメラ接続アダプタの断面図及び平面図である。

図 9 は、本発明の第 4 実施例として用いられる撮像カメラ接続アダプタの断面図である。

図 10 は、図 9 の撮像カメラ接続アダプタに用いられる ND フィルタの分光透過率特性線図である。

図 11 は、図 9 の撮像カメラ接続アダプタに用いられる他の ND フィルタの分光透過率特性線図である。

図 12 は、図 9 の撮像カメラ接続アダプタに用いられる光学素子の分光透過率特性線図である。

図 13 は、本発明による顕微鏡用電子撮像装置の第 5 実施例の要部断面図である。

図 14 は、第 5 実施例におけるフィルタによる色ムラの低減を説明するための図である。

図 15 は、第 5 実施例に用いられる IR カットフィルタの分光透過率特性線図である。

図 16 は、第 5 実施例に用いられる他の IR カットフィルタの分光透過率特性線図である。

## DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

### 第 1 実施例

以下、本発明の第 1 実施例について説明する。

まず、第 1 実施例の説明に先立ち、本発明の作用について説明する。

電子撮像素子の受光部の前面（光が入射する側）には、受光部保護のために、略平行平面形状のガラス板が設けられている。電子撮像装置を顕微鏡に接続した際に発生するフレアは、この平行平面ガラスで主に発生すると考えられる。それは、この平行平面ガラスの表面の反射率が比較的高いからである。受光部に入射する光のうち、一部の光は平行平面ガラスで反射する。そして、この反射光は顕微鏡光学系のレンズやその他の光学素子で、再び電子撮像素子に向かって反射される。これが複数回繰り返され、いわゆる多重反射が生じる。その結果、スポット状のフレア（以下、スポットフレアとする）を多数生じる。

この時、平行平面ガラスの表面の反射率が高いと、スポットフレアの光量（光強度）も大きくなる。そのため、スポットフレアが像と一緒に撮像されることになる。特に、光軸近傍はレンズ面の形状が平面に近いので、光軸近傍に明るいスポットフレアが発生しやすい。そこで本発明では、顕微鏡光学系と電子撮像素子との間に、所定波長領域の光に対して所定透過率を有する光学素子を配置している。この光学素子としてはND（neutral density）フィルタが適している。よって、NDフィルタを例にして説明する。

なお、NDフィルタとは、後述する図4及び5などに示すように、おおよそ500nmから600nmの可視域において、ほぼ同じ透過率を有するフィルタを言う。

上記の構成では、多重反射する光は反射するたびに何度もNDフィルタを通過する。そのため、多重反射した光の光量は急激に減衰して、像の光量に対してスポットフレアの光量が相対的に低下する。最終的には、像の光量とスポットフレアの光量の差が非常に大きくなるので、スポットフレアが目立たなくなる。

すなわち、本発明によれば、電子撮像素子に設けられた平行平面ガラスの反射率を低下させるのと同様な効果を得ることができる。これにより、フレアの発生が少ない電子撮像装置を低コストで実現できる。

更に、NDフィルタによって標本からの光量が制限される。そのため、従来は反射率や透過率が高すぎて撮影できなかった標本の撮影もできるようになる。

なお、NDフィルタは吸収タイプと反射タイプがある。このうち、吸収タイプ（色ガラスタイプ）はその製造過程や材料の特性上、泡やブツブツ等の不純物がガラス内に残ってしまう。本発明の電子撮像装置では、NDフィルタは電子撮像素子の受光部（撮像面）に近い位置に配置される。そのため、NDフィルタにこのような不純物があると、撮影した画像に不純物等が映り込んでしまう可能性がある。

そこで、不純物の少ないガラスを基板にすることができる反射タイプのものを用いるのが好ましい。このようにすると、不純物が画像に映り込むことを少なくできる。

また、NDフィルタは交換可能か、あるいは挿脱可能に構成することが好ましい。NDフィルタを光路中から取り除けば、暗い標本も従来と同じように撮像することができる。また、NDフィルタを光路中に配置すれば、従来では撮像できなかった明るい標本も撮像することができる。このように、撮像可能な明るさの範囲（以下、明るさ範囲とする）が、従来と比べてより広がるので好ましい。

なお、フレア除去や明るさ範囲の拡大で目立った効果を得るためには、NDフィルタの透過率は $50 \pm 10\%$ 以下であることが望ましい。更に望ましくは、 $25 \pm 5\%$ 以下が良い。

また、反射タイプのNDフィルタには、金属膜コートタイプと干渉膜コートタイプがある。このうち、金属膜コートタイプは、干渉膜コートタイプに比べて安価であるが、表面反射率が干渉膜コートタイプに比べて高い。逆に、干渉膜コートタイプは金属膜コートタイプに比べて若干高価であるが、表面反射率が金属膜コートタイプに比べて低い。よって、余計な反射を発生させないという点からすると、NDフィルタとしては干渉膜コートタイプを選択するのが好ましい。

上記のように、干渉膜コートタイプと金属膜コートタイプを比べると、表面反射は干渉膜コートタイプの方がはるかに小さい。しかしながら、その干渉膜コートタイプにおいても若干は表面反射が生じる。そして、この表面反射もフレアの原因となる。

そこで、NDフィルタのコート面を光軸に対して傾けて配置するのがよい。このようにすれば、コート面の表面反射に起因するフレアも低減させることができる。この時、コート面の傾き角は、コート面で反射した光が電子撮像素子の有効撮像範囲外に到達ような角度にすることが望ましい。ただし、傾き角度が大きすぎると、NDフィルタを設置するのに必要な空間が大きくなる。この結果、電子撮像装置をコンパクトにできない。また、マウントの規格を満たせなかったりする。

また、干渉膜コートタイプでは、特定の入射角（多くの場合、コート面に対して垂直入射）の光線に対して最適な分光透過率特性が得られるように干渉膜が設計されている。そのため、傾き角が特定の角度から大きくずれると、最適な分光透過率特性を得ることができない。

そこで、NDフィルタの設置空間を極力小さくし、なお且つ入射光線角度に対する干渉膜の特性を維持するには、コート面が有効撮像範囲の短辺方向に傾くようにNDフィルタを配置するのがよい。この場合、コート面の傾き角度は、次の条件式(1)を満足することが望ましい。

$$2 \times L_1 \times \tan^2 \theta + L_1 \times \tan^4 \theta \geq L_2 / 2 \quad \cdots(1)$$

ただし、 $L_1$ は、NDフィルタのNDコート面から電子撮像素子の受光部までの光軸上の距離である。また、 $L_2$ は、電子撮像素子の受光部における有効撮像範囲の短辺方向の長さである。また、 $\theta$ は、前記光軸に垂直な方向を基準軸とした時、この基準軸とコート面とのなす角度である。

上記条件（1）は、NDフィルタで反射し電子撮像素子に向かって進む光が、電子撮像素子の受光部に一度だけしか到達しないことを規定する条件である。この点について、図2を用いて説明する。

標本からの光はNDフィルタFを通過して、電子撮像素子の受光部IMに到達する。到達した光のうち一部の光（ここでは、軸上の光）は、受光部IMの前方に設けられた平行平面ガラスPの表面で反射される（光線①）。次に、光線①はNDフィルタのコート面（干渉膜がコートされている面）に入射する。ここで、光軸に垂直な方向（あるいは受光部IMの受光面に平行な方向）を基準軸とすると、この基準軸に対してコート面が角度 $\theta$ だけ傾くように、NDフィルタFは配置されている。すなわち、NDフィルタFのコート面と平行平面ガラスPの表面は非平行になっている。そのため、コート面に入射した光（光線①）は、光軸に対して $2\theta$ の角度で受光部IMに向かって反射される（光線②）。

受光部IMに向かって進んだ光線②は平行平面ガラスPの表面で反射され、再びNDフィルタFに向かう（光線③）。ところが、前述のようにコート面は基準軸に対して傾いている。そのため、光線③は光線①よりも更に大きな角度で反射され、受光部IMに向かって進む（光線④）。この結果、受光部IMに向かって進む光線④は、受光部IMの有効撮像範囲の外側を通過する。よって、受光部IMに入射する光線のうち、NDフィルタFのコート面の反射による光は光線②のみになる。

このように、上記条件を満足すると、NDフィルタで反射された光（軸上の光）は、1度しか電子撮像素子の受光部に到達しない。しかも、NDフィルタのコート面の傾き角は小さくて済む。したがって、フレアの発生を最小限に抑え、尚且つNDフィルタの配置空間を小さくすることができる。また、傾き角を小さくできるので、NDフィルタの分光透過率特性を、傾けていないときの分光透過率特性とほぼ同じにできる。

上記条件を満足しない場合、NDフィルタのコート面で反射されて電子撮像素子に到達する光（軸上の光）が、少なくとも2回発生する。この結果、フレアが多く発生してしまうので好ましくない。

なお、上記条件(1)を近似した下記の条件(1')を用いることもできる。

$$2 \times L_1 \times \tan 4\theta \geq L_2 / 2 \quad \dots(1')$$

また、以下の条件（２）を満足するのが好ましい。

$$L_1 \times \tan 2\theta \geq L_2 / 2 \quad \cdots (2)$$

条件（２）を満足する場合、NDフィルタのコート面から電子撮像素子に向かって進む光、即ち図２の光線②が電子撮像素子の受光部に一度も到達しない。よって、フレアの発生を抑えることができる。なお、上記条件は、NDフィルタを配置する空間に余裕がある場合に適している。

なお、このNDフィルタで防塵ガラスを兼ねることができる。前述のように、電子撮像素子の受光部の前方には、平行平面ガラスが設けられている。この平行平面ガラスは、NDフィルタよりも更に像位置（受光面）に近い。そのため、平行平面ガラス上にゴミや傷があると、それらが画像に映り込んでしまうので問題となる。しかしながら、NDフィルタがあることにより、受光部に設けられた平行平面ガラスへのゴミの付着や、平行平面ガラスに傷が付くことを防止できる。

また、金属膜コートタイプや干渉膜コートタイプだと、他の光学素子の表面にNDコートを実施することができる。よって、部品点数が増加しないという点でコートタイプが好ましい。

通常の電子撮像装置においてNDコートが可能な光学素子としては、防塵ガラス、ローパスフィルタ、IRカットフィルタ及び受光部の平行平面ガラスがある。よって、上記のうち少なくとも１つの光学素子に、金属膜コートタイプか干渉膜コートタイプのNDコートを実施せよ。

また、特殊な電子撮像装置には、電子撮像素子と像を相対的に移動させると共に特殊な画像処理を用いることによって、電子撮像素子の実質的な解像度を向上させる方式のものがある。この場合、ローパスフィルタは基本的に配置されないため、NDコートが可能な光学素子は防塵ガラス、IRカットフィルタあるいは受光部の平行平面ガラスになる。

このように、上記のうち少なくとも１つの光学素子に、金属膜コートタイプか干渉膜コートタイプのNDコートを実施せよ。



また、NDフィルタは受光部から遠い位置に配置するのが好ましい。このようにすれば、NDフィルタにおける傷や付着したゴミが画像に映り込んだとしても、その映り込みを目立ちにくくすることができる。

次に、第1実施例について図3、4及び5を用いて説明する。

図3は本発明による顕微鏡用電子撮像装置の一実施例を示す要部断面図である。本実施例の電子撮像装置は、本体部1と、本体部1に接続されたマウント部2と、マウント部2に設けられた減光フィルタとしてのNDフィルタ3とで構成されている。本体部1は、電子撮像素子としてのCCD4を有している。また、マウント部2は一方の面が本体部1の面と接しており、ネジ止めされている。また反対側の面には、顕微鏡などの光学装置に接続するための接続部としてCマウントが設けられている。

NDフィルタ3は、光学装置から入射してくる光のうち、所定の波長領域の光を所定の透過率に従って透過させる光学素子である。なお、図3において、5はIRカットコートが施されたローパスフィルタ、6は光軸である。

本実施例では、NDフィルタ3は、平行平面ガラスに干渉膜タイプのNDコートが施されたものである。光軸6に対して垂直な方向を基準軸にすると、NDフィルタ3はこの基準軸に対して傾斜角度 $\theta = 2^\circ$ 傾けて配置されている。当然、NDフィルタ3のコート面も基準軸に対して傾斜角度 $\theta = 2^\circ$ 傾いている。また、傾斜方向は受光面aの短辺方向に沿う方向である。また、NDフィルタ3の面3aからCCD4の受光面4aまでの光軸6上の距離L1は13mmである。また、CCD4における有効撮像範囲の短辺の長さL2は6.6mmである。また、NDフィルタ3の透過率は、波長500nmから600nmの範囲において $50 \pm 10\%$ である。ここで、NDフィルタ3の分光透過率特性を図4に示す。

なお、本実施例は条件(1)を満たしているが、条件(2)は満たしていな

い。条件(2)を満たすためには $7.2^\circ$ 以上傾けなければならない。

本実施例では、このNDコート面3aが受光面4aとは反対側（光学装置側）になるように、NDフィルタ3が配置されている。これにより、反射率が高いコート面を受光面4aから離すことができる。

また、NDフィルタ3は挿脱可能となっている。本実施例では、マウント部2が、ネジによって本体部1に取り付けられている。よって、このネジを外すことによって、NDフィルタ3とは異なる分光透過率特性を有するNDフィルタ3'に交換することができるようになっている。例えば、NDフィルタ3の代わりに、透過率が波長500nmから600nmの範囲において $25 \pm 5\%$ のNDフィルタ3'を用いても良い。NDフィルタ3'の分光透過率特性を図5に示す。

なお、NDフィルタ3'に交換した場合も、面3'aからCCD4の受光面4aまでの光軸6上の距離L1、傾斜角度 $\theta$ 及び傾斜方向は、NDフィルタ3とほぼ同じである。

このように構成された本実施例の電子撮像装置は、標本撮影を行なう場合に、マウント部2を介して図1に示したような顕微鏡に接続して用いられる。本実施例によれば、まず、顕微鏡を経た標本からの光がNDフィルタ3で減光される。減光された光はCCD4の受光部4a上に到達し、標本の像を形成する。このとき、受光部4aの前方に設けられた平行平面ガラス（受光部4aを保護する保護ガラス）で受光部4aに到達した光の一部は反射して、顕微鏡光学系に戻っていく。この反射光は顕微鏡光学系との間で多重反射を繰り返すが、その度に何度もNDフィルタ3を通過する。そのため、多重反射した光、すなわちフレア光は急激に光量が減衰して、像の光量とフレア光の光量の差が非常に大きくなる。その結果、相対的にスポットフレアが目立たなくなる。特に、反射率の高い標本を撮影する場合、標本からの光が明るいため、NDフィルタによって得られる効果は大きい。

また、NDフィルタ3は干渉膜コートのもを用いている。そのため、

吸収型フィルタのように泡やブツブツ等が撮影画像に映り込むことが少ない。

また、本実施例の電子撮像装置では、NDフィルタ3を、CCD4の受光面4aに対して上述のような相対的配置関係をもって傾けて配置した。これにより、NDコート面で反射した光が受光部に到達する回数が1回以下になり、フレアの発生を抑えることができる。さらに、NDフィルタ3をCCD4の有効撮像範囲の短辺方向に傾けたので、傾き角度が小さくて済み、NDフィルタの設置空間を極力小さくすることができる。

また、NDフィルタ3、NDフィルタ3'を挿脱して交換可能に構成したので、標本の明るさに応じて透過率特性の異なるNDフィルタ3又はNDフィルタ3'を用いることで、より広範囲の明るさの標本を撮像することができる。

また、本実施例では、ローパスフィルタにIRカットコートが施されているが、IRカットコートが施されていないローパスフィルタを用いる場合もある。この場合、上記NDフィルタに代えてIRカットフィルタを同じように配置すればよい。その際、IRカットコートが施されている面とは反対の面にNDコートを施すとよい。

なお、本実施例では、平行平面ガラスPは反射防止コートが施されていないものとして扱った。しかし、反射防止コートを施せば、フレアの発生を抑える効果は大きい。したがって、反射防止コートを施した平行平面ガラスとNDフィルタを組み合わせれば、よりフレアの発生を抑えることができる。

なお、反射防止コートを施すことにより、電子撮像素子のコストは増加することが予想される。ただし、場合によってはNDフィルタを省略することができる。この場合、反射防止コートを施すことによるコスト増を、NDフィルタの省略で相殺できる可能性がある。また、NDフィルタの省略により、電子撮像装置全体の小型化やコスト低減を図ること

ができる。

また、光学素子を傾けてその表面反射に起因するフレアを低減させる効果は、何も ND フィルタに限らず受光面の前に配置されるカメラ内光学素子全て (IR カットフィルタや将来できるであろう受光面保護ガラスを含む) で有効である。よって、条件(1)または条件(2)は、受光面の前に配置されるカメラ内光学素子全てに適用して良い。

## 第 2 実施例

第 2 実施例を図 6 及び図 7 を用いて説明する。

第 2 実施例では、フレアの発生を抑えるフレア防止部材としての ND フィルタを顕微鏡用撮像カメラ接続アダプタに配置したものである。つまり、図 6 に示すように、顕微鏡用撮像カメラ接続アダプタは、顕微鏡 28 とテレビジョン (TV) カメラ 29 との間に着脱自在に配置されるタイプのものである。

図 7 は、この第 2 実施例に係る顕微鏡用撮像カメラ接続アダプタを示すものである。アダプタ本体 30 は、顕微鏡 28 に着脱自在に取付けられるためのアリ 32 を有する。

また、アダプタ本体 30 の光路 31 には、その中間部にフィルタ取付け用の段部 311 が撮像光軸 X' に対して所定の傾斜角を有して形成され、この段部 311 に、例えば ND フィルタ等の減光フィルタ 33 が押さえ環 34 を用いて撮像光軸 X' に対して所定の傾斜角を有して取り付けられる。そして、アダプタ本体 30 の光路 31 には、上記段部 311 の後段にレンズ取付部 312 が形成され、このレンズ取付部 312 に、投影レンズ 35 が押さえ環 34 を用いて取り付けられている。

上記アダプタ本体 30 には、アリ 32 とは反対の側に同焦調整用の凹状の案内部 37 が形成され、この案内部の先端部に調整螺子部 371 が形成されている。この調整螺子部 371 には、C マウントと称するマウント部材 38 の螺子部 381 が調整自在に螺着されている。この調整範囲は、同焦調整範囲 L に対応している。

上記マウント部材 38 には、その先端部にカメラ取付部 382 が形成され、このカメラ取付部 382 に対して上記 TV カメラ 29 が着脱される。

また、アダプタ本体 30 には、マウント位置決め用の螺子孔 39 が撮像光軸 X' に直交させて形成され、この螺子孔 39 には、クランプ螺子 40 が螺着される。このクランプ螺子 40 は、先端部がマウント部材 38 の外周に形成される凹部（図示せず）に圧接されて該マウント部材 38 の撮像光軸 X' 方向の位置決めを行うことができるようになっている。

上記構成において、アダプタ本体 30 は、そのアリ 32 を上記鏡筒 15 のアリ溝（図示せず）に嵌合させて鏡筒 15 に取付けると共に、マウント部材 38 のカメラ取付部 382 に上記 TV カメラ 29 の図示しない被取付部が取り付けられる。この際、クランプ螺子 40 が緩められて、そのマウント部材 38 の螺子部 381 と、アダプタ本体 30 の調整螺子部 371 との螺合が調整されて TV カメラ 29 の同焦調整が行われ、その調整完了状態でクランプ螺子 40 がねじ込まれて、その先端でマウント部材 38 の外周部の上記凹部（図示せず）に圧接されて相互間の位置決めが行われる。

標本の像は、撮像光軸 X' よりアダプタ本体 30 の光路 31 に導かれる。このアダプタ本体 30 に導かれた像は、減光フィルタ 33 により減光され、投影レンズ 35 を介して TV カメラ 29 の撮像素子 60 上に投影されて、観察画像データが取得される。この観察画像データは、例えばオートゲインコントロール機能により自動調光されてモニタに表示される。

この際、入射した標本上で反射した光のうち撮像素子 60 の表面で反射された反射光は、再び、減光フィルタ 33 を透過して減光され、顕微鏡 28 内へ反射される。そして、顕微鏡 28 内のプリズムの表面等で反射され反射光は、再び、減光フィルタ 33 を透過して減光され、投影レ

レンズ 35 を介して撮像素子 60 上に導かれる。このように、反射光の減光を繰り返して通過することにより、高品質な観察画像がモニタ（図示せず）上に表示され、高精度な観察が実現される。

ここで、減光フィルタ 33 の表面でも反射が起るため、撮像光軸 X' に対して、減光フィルタ 33 は、傾斜させて配設することにより、観察画像に対する影響を低減させている。

例えば減光フィルタ 33 として、分光透過率が 50 % の ND フィルタを用いた場合には、観測光軸 X' から入射される光が、該減光フィルタ 33 で 1 / 2 に減光されて、投影レンズ 35 を通って撮像素子 60 に入射される。ここで、撮像素子 60 は、人間の目に比べて受光感度のレンジが十分に広いうえ、その観察画像データが、例えばオートゲインコントロール機能により自動調光されて上記モニタ（図示せず）に表示されることで、観察画像への影響がほとんどない。

この観察状態において、撮像素子 60 の表面で反射した反射光は、撮像光軸 X' を逆行して進み、減光フィルタ 33 を透過して顕微鏡 28 側に導かれ、顕微鏡 28 内のプリズムの表面等で反射されて、再び減光フィルタ 33 を透過して撮像素子 60 に入射される。この反射光は、減光フィルタ 33 を 2 回透過されるので、元の光量の 1 / 4 に減光される。

また、撮像素子 60 の受光感度のレンジが狭い TV カメラ 20 を使用した場合等、モニタ画像が暗い場合には、アダプタ本体 30 の減光フィルタ 33 を、最適な分光透過率のものと交換して観察画像を取得する。

そして、マウント部材 38 のカメラ取付部 382 に取付け配置する TV カメラ 20 の撮像性能等に応じて、減光フィルタをアダプタ本体 30 から離脱させて、観察してもよい。この場合には、アダプタ本体 30 の螺子孔 39 に螺着されるクランプ螺子 40 を緩め、マウント部材 38 を回転させて撮像光軸 X' 方向に移動調整し、所望の観察画像を取得し得るように光路長の調整（同焦点調整）が行われる。

このように、上記顕微鏡用撮像カメラ接続アダプタは、減光フィルタ

33を、アダプタ本体30に撮像光軸X'に対して所定の傾斜角をなすように收容配置して、この減光フィルタ33で撮像素子60の表面で反射した反射光を効果的に減光するように構成されている。

これによれば、撮像素子60の表面での反射光によるスポットフレア現象の防止が図れて、TVカメラ29の撮像素子60の特性に影響されることなく、高精度な観察画像の取得が容易に実現されて、観測精度の向上を図ることができる。これにより、観察者がTVカメラ29を、自由に設定して高精度な観察画像の取得が可能となり、顕微鏡の使用形態の多様化が図れる。

### 第3実施例

次に、第3実施例を図8を用いて説明する。図8に示すように、減光フィルタを構成することも可能である。但し、図8において、図7と同一の部材及び部分には同一符号を付し、それらについての説明は省略されている。

即ち、アダプタ本体30には、その中間部に、案内用の貫通孔部301が光路31に対して直交する方向即ち矢印A、B方向（撮像光軸X'に対して直交する方向）に形成されており、この貫通孔部301には、減光フィルタを取り付けたスライド部材41が移動自在に嵌装されている。このスライド部材41には、アダプタ本体30の光路31に対応する第1乃至第3の開口42、43及び44が所定の間隔を置いて形成されている。

第1及び第2の開口42及び43には、フィルタ部を構成する段部421及び431がそれぞれ撮像光軸X'に対して所定の傾斜角を有して形成されており、これら段部421及び431には、例えば分光透過率の異なるNDフィルタ等の第1及び第2の減光フィルタ45及び46が押さえ環47及び48を用いて撮像光軸X'に対して所定の傾斜角を有して取り付けられている。これら第1及び第2の減光フィルタ45及び46としては、例えば50%及び25%の如く異なった分光透過率

のものが用いられる。

上記構成において、標本の観察を行う場合、スライド部材 4 1 は矢印 A—B 方向に移動されて、第 1 乃至第 3 の開口 4 2, 4 3 及び 4 4 のいずれかがアダプタ本体 3 0 の光路 3 1 中に選択的に配置されるようになっている。そして、第 1 及び第 2 の開口 4 2 及び 4 3 のいずれかがアダプタ本体 3 0 の光路 3 1 内に配置された状態では、その第 1 及び第 2 の減光フィルタ 4 5 及び 4 6 の分光透過率に応じた減光が実現される。また、第 3 の開口 4 4 がアダプタ本体 3 0 の光路 3 1 内に配置された状態では、フィルタの介在されていない使用形態で、反射光を減光していない観察画像が得られる。

なお、図 8 で説明した実施例では、スライド部材 4 1 をアダプタ本体 3 0 の光路 3 1 に対して矢印 A—B 方向に移動自在に配設するように構成したが、これに限ることなく、その他、アダプタ本体 3 0 の光路 3 1 に対応して複数のフィルタ部を円盤形状のターレット部材に所定の間隔をおいて配設して、そのターレット部材を回転してフィルタ部あるいは開口をアダプタ本体 3 0 の光路 3 1 上に配置する、いわゆるターレット構造に構成することも可能である。

ここでは、光学素子として、減光フィルタ 3 3、第 1 及び第 2 の減光フィルタ 4 5、4 6 を用いて構成した場合で説明したが、これに限ることなく、その他、IR カットフィルタ等の光学素子を用いて構成することが可能である。

#### 第 4 実施例

第 4 実施例を図 9 を用いて説明する。図 9 に示すように構成しても、略同様の効果が期待される。但し、図 9 において、図 7 と同一の部材及び部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略されている。

図 9 に示すように、アダプタ本体 5 0 には、顕微鏡 2 8 (図 6 参照) の撮像光軸 X' に対応して光路 5 0 1 が設けられている。そして、このアダプタ本体 5 0 の一端部には、その外周部にカメラ取付け用のマウン



ト部 5 0 2 が、T V カメラ 2 9（図 6 参照）の取付部位に対応して設けられ、その内周部には、環状の第 1 の収容部 5 1 が設けられている。

この第 1 の収容部 5 1 の内壁には螺子部 5 1 1 が設けられ、この螺子部 5 1 1 には、素子支持枠 5 2 の外周壁に設けられた螺子部（図示せず）が螺合されて、素子支持枠 5 2 が第 1 の収容部 5 1 内に取り外し可能に螺着されるようになっている。この素子支持枠 5 2 には、光軸に対して所定の傾斜角を有して光学素子である N D フィルタ 4 9 が取り付けられている。

なお、この素子支持枠 5 2 は、第 1 の収容部 5 1 に対して螺合構造により、挿脱可能に構成されるだけでなく、落とし込むように嵌合させて、挿脱可能に構成することも可能である。

また、アダプタ本体 5 0 の他端部には、その外周部に鏡筒取付け用のアリ 5 0 3 が設けられ、その内周部に第 2 の収容部 5 3 が設けられている。そして、この第 2 の収容部 5 3 には、投影レンズ群 5 4 1 を保持したレンズ支持枠 5 4 が挿着されている。レンズ支持枠 5 4 には、その外周面、位置決め用の複数の凹部（図示せず）が所定の間隔を置いて設けられている。

上記アダプタ本体 5 0 には、位置決め用の複数の螺子孔 5 0 4 がレンズ支持枠 5 4 の上記凹部（図示せず）に対応するように設けられ、これら螺子孔 5 0 4 には、クランプ螺子 5 5 が螺着されている。このクランプ螺子 5 5 には、その先端部に嵌合部 5 5 1 が設けられていて、クランプ螺子 5 5 が螺子孔 5 0 4 内を進退することにより、その嵌合部 5 5 1 がレンズ支持枠 5 4 の凹部（図示せず）に選択的に嵌合せしめられる。そして、クランプ螺子 5 5 の嵌合部 5 5 1 の嵌合状態において、レンズ支持枠 5 4 は、アダプタ本体 5 0 の第 2 の収容部 5 3 内の所望の位置に位置決めされて組付けられる。

上記構成により、アダプタ本体 5 0 は、そのアリ 5 0 3 が顕微鏡の鏡筒 1 5（図 6 参照）のアリ溝（図示せず）に嵌合され、そのマウント

部 5 0 2 に T V カメラ 2 9 が取り付けられることにより、鏡筒 1 5 に対して T V カメラ 2 9 が連結される。この際、クランプ螺子 5 5 が緩められて、そのマウント部 5 0 1 に取付けた T V カメラ 2 9 の同焦調整が行われ、その調整完了状態でクランプ螺子 5 5 がねじ込まれて相互間の位置決めが行われる。

この実施例においては、素子支持枠 5 2 を T V カメラ 2 9 側のアダプタ本体 5 0 の第 1 の収容部 5 1 に収容配置していることで、素子支持枠 5 2 の容易な挿脱操作が可能となり、その容易な取扱いが実現される。そして、N D フィルタ 4 9 を中間結像位置に配置していないことで、ゴミや傷等の影響を受けづらくなるという効果も奏する。

また、この実施例においては、N D フィルタ 4 9 の配置位置が投影レンズ群 5 4 1 の配置されるレンズ支持枠 5 4 と、T V カメラ 2 9 との間に配していることにより、N D フィルタ 4 9 の径を最小限に設定することが可能となり、小型化の促進が図れるという効果も有する。

そして、この実施例においても、上述した図 8 に示す第 3 実施例の場合と略同様に、その N D フィルタ 4 9 を、分光特性の異なる複数個を並設して配置したフィルタ切り換え機構を組み付けて、いずれかの N D フィルタ 4 9 を選択的に光軸上に配置するように構成することも可能である。

ここで、この実施例では、N D フィルタ 4 9 を、平行平面ガラスに干渉膜タイプの N D コートが施されたものを用いて構成した。光軸  $X'$  に対して垂直な方向を基準軸にすると、N D フィルタ 4 9 は、この基準軸に対して傾斜角度  $\theta = 2^\circ$  傾けて配置されている。当然、N D フィルタ 4 9 のコート面 4 9 a も基準軸に対して傾斜角度  $\theta = 2^\circ$  傾いている。また、傾斜方向は受光面 6 0 a の短辺方向に沿う方向である。また、N D フィルタ 4 9 のコート面 4 9 a から撮像素子 6 0 の受光面 6 0 a までの光軸  $X'$  上の距離  $L_1$  は 13 mm である。また、撮像素子 6 0 における有効撮像範囲の短辺の長さ  $L_2$  は 6.6 mm である。

また、NDフィルタ49の分光透過率は、波長500nmから600nmの範囲において $50 \pm 10\%$ である。ここで、NDフィルタ49の分光透過率特性を図10に示す。

なお、本実施例は上述した条件(1)を満たしているが、上述した条件(2)は満たしていない。条件(2)を満たすためには $7.2^\circ$ 以上傾けなければならない。

本実施例では、このコート面49aが受光面60aとは反対側（光学装置側）になるように、NDフィルタ49が配置されている。これにより、反射率が高いコート面49aを受光面60aから離すことができる。

また、NDフィルタ49は挿脱可能となっている。本実施例では、素子支持枠52が、アダプタ本体50の第1の収容部51に取り付けられている。よって、この素子支持枠52を外すことによって、NDフィルタ49とは異なる分光透過率特性を有するものに交換することができる。

例えば、NDフィルタ49の代わりに、分光透過率が波長500nmから600nmの範囲において $25 \pm 5\%$ のNDフィルタ49'（図示せず）を用いても良い。NDフィルタ49'の分光透過率特性を図11に示す。

なお、NDフィルタ49（49'）に交換した場合も、コート面49a（49'a）から撮像素子60の受光面60aまでの光軸X'上の距離L1、傾斜角度 $\theta$ 及び傾斜方向は、NDフィルタ49とほぼ同じである。

このように構成された本実施例にあっては、例えば標本撮影を行なう場合に、マウント部502を介して図6に示したような顕微鏡28に接続して用いられる。本実施例によれば、まず、顕微鏡28を経た標本からの光がNDフィルタ49（49'）で減光される。減光された光は撮像素子60の受光面60a上に到達し、標本の像を形成する。このとき、受光面60aの前方に設けられた平行平面ガラス（受光面60aを保護

する保護ガラス)で受光面60aに到達した光の一部は反射して、顕微鏡光学系に戻っていく。この反射光は顕微鏡光学系との間で多重反射を繰り返すが、その度に何度もNDフィルタ49(49')を通過する。そのため、多重反射した光、すなわちフレア光は急激に光量が減衰して、像の光量とフレア光の光量の差が非常に大きくなる。その結果、相対的にスポットフレアが目立たなくなる。特に、反射率の高い標本を撮影する場合、標本からの光が明るいため、NDフィルタ49(49')によって得られる効果は大きい。

また、NDフィルタ49(49')は干渉膜コートのもを用いている。そのため、吸収型フィルタのように泡やブツブツ等が撮影画像に映り込まれることは少ない。

また、本実施例では、NDフィルタ49(49')を、撮像素子60の受光面60aに対して上述のような相対的配置関係をもって傾けて配置したので、コート面49a(49a')で反射した光が受光面に到達する回数が1回以下になり、フレアの発生を抑えることができる。さらに、NDフィルタ49(49')を撮像素子60の有効撮像範囲の短辺方向に傾けたので、傾き角度が小さく済み、NDフィルタ49(49')の設置空間を極力小さくすることができる。

また、NDフィルタ49、NDフィルタ49'を挿脱して交換可能に構成したので、標本の明るさに応じて分光透過率特性の異なるNDフィルタ49又はNDフィルタ49'を用いることで、より広範囲の明るさの標本を撮像することができる。

また、本実施例では、ローパスフィルタにIRカットコートが施されているが、IRカットコートが施されていないローパスフィルタを用いる場合もある。この場合、上記NDフィルタ49(49')に代えてIRカットフィルタを同じように配置すればよい。その際、IRカットコートが施されている面とは反対の面にNDコートを施すとよい。

例えば上記NDフィルタ49(49')に代える光学素子としては、

その使用形態に応じて図 1 2 に示す半値波長 $\lambda_c$  が  $390\text{ nm} \leq \lambda_c \leq 440\text{ nm}$  の分光透過率特性を有するフィルタ等を用いるようにしてもよい。

なお、本実施例では、平行平面ガラス P（図 2 参照）は反射防止コートが施されていないものとして扱った。しかし、反射防止コートを施せば、スポットフレアの発生を抑える効果は大きい。したがって、反射防止コートを施した平行平面ガラスと ND フィルタを組み合わせれば、よりスポットフレアの発生を抑えることができる。

なお、反射防止コートを施すことにより、撮像素子のコストは増加することが予想される。ただし、場合によっては ND フィルタを省略することができる。この場合、反射防止コートを施すことによるコスト増を、ND フィルタの省略で相殺できる可能性がある。また、ND フィルタの省略により、小型化やコスト低減を図ることができる。

また、光学素子を傾けてその表面反射に起因するスポットフレアを低減させる効果は、何も ND フィルタに限らず受光面の前に配置されるカメラ内光学素子全て（IR カットフィルタや将来できるであろう受光面保護ガラスなど）に対して有効である。よって、上記条件(1)または条件(2)は、受光面の前に配置されるカメラ内光学素子全てに適用しても良い。

また、上記実施例では、撮像カメラとして TV カメラ 2 9 を用いて構成した場合で説明したが、これに限ることなく、その他、デジタルカメラを用いて構成することも可能である。

さらに、上記実施例では、正立型顕微鏡に適用した場合で説明したが、これに限ることなく、その他、倒立型顕微鏡においても適用可能であり、略同様の効果がある。

## 第 5 実施例

図 1 3、図 1 4 を用いて第 5 実施例について説明する。この第 5 実施例は、減光フィルタとしての IR カットフィルタを用いている。

まず、第 5 実施例の説明に先立ち、本発明の作用について説明する。

本発明のように、ほぼ同じ分光特性を持つ I R カットフィルタを 2 枚用いれば、これらを光軸方向に V の字になるように配置することで、フィルタの表面反射によるフレア光を低減し、且つ、どのような角度を持った入射光束に対しても色ムラの発生しにくい、高い色再現性を有する顕微鏡用デジタルカメラを実現することができる。

なお、2 枚の I R カットフィルタの配置は、光軸を含む平面のうち、撮像素子（C C D）の短辺方向と同じ方向を持つ平面内で V の字になるようにする。

電子撮像素子の受光部の前面（光が入射する側）には、受光部保護のために略平行平面形状のガラス板が設けられている。電子撮像装置を顕微鏡に接続した際に発生するフレアは、この略平行平面ガラスや受光面で主に発生すると考えられる。

それは、この略平行平面ガラスや受光面の表面の反射率が比較的高いからである。受光部に入射する光のうち、一部の光は略平行平面ガラスや受光面の表面で反射する。そして、この反射光は顕微鏡光学系のレンズやその他の光学素子で、再び電子撮像素子に向かって反射される。これが複数回繰り返され、いわゆる多重反射が生じる。その結果、スポットフレアを生じる。

この時、平行平面ガラスの表面の反射率が高いと、スポットフレアの光量（光強度）も大きくなる。そのため、スポットフレアが像と一緒に撮像されることになる。特に、光軸近傍は明るいスポットフレアが発生しやすい。

ところで、電子撮像装置では、一般的に人間の目の分光感度特性に近づけるために、I R カットフィルタを電子撮像素子の手前に配置する。この I R カットフィルタは吸収タイプ（色ガラスタイプ）のものと、干渉コートタイプのものがある。干渉コートタイプのものは吸収タイプのものよりも分光特性が急峻なため、色再現性に優れるが、反面表面反射率が若干大きい。

そこで、I Rカットフィルタのコート面を光軸に対して傾けて配置するのがよい。このようにすれば、略平行平面ガラスや受光面の表面で反射した光がさらにI Rカットフィルタのコート面との間で多重反射して発生するフレアも低減させることができる。この時、コート面の傾き角は、コート面で反射した光が電子撮像素子の有効撮像範囲外に到達するような角度にすることが望ましい。ただし、傾き角度が大きすぎると、I Rカットフィルタを設置するのに必要な空間が大きくなる。この結果、電子撮像装置をコンパクトにできない。また、マウントの規格を満たせなかったりする。

また、干渉膜コートタイプでは、特定の入射角（多くの場合、コート面に対して垂直入射）の光線に対して最適な分光透過率特性が得られるように干渉膜が設計されている。そのため、傾き角が特定の角度から大きくずれると、最適な分光透過率特性を得ることができない。

そこで、I Rカットフィルタの設置空間を極力小さくし、なお且つ入射光線角度に対する干渉膜の特性を維持するには、コート面が有効撮像範囲の短辺方向に傾くようにI Rカットフィルタを配置するのが望ましい。また、干渉膜コート面の反対側の面にはマルチコートを施すと、より表面反射光の強度を弱めることができる。

この場合、コート面の傾き角度は、上記の条件式(1)を満足することが望ましい。条件式(1)を満足すると、I Rカットフィルタで反射された光（軸上の光）は、1度しか電子撮像素子の受光部に到達しない。しかも、I Rフィルタ（のコート面）の傾き角は小さくて済む。したがって、フレアの発生を最小限に抑え、尚且つI Rカットフィルタの配置空間を小さくすることができる。また、傾き角を小さくできるので、I Rカットフィルタの分光透過率特性を、傾けていないときの分光透過率特性から大きく崩すことなく維持することができる。

上記条件式(1)を満足しない場合、I Rカットフィルタのコート面で反射されて電子撮像素子に到達する光（軸上の光）が、少なくとも2回発

生する。この結果、フレアが多く発生してしまうので好ましくない。

なお、条件式(1)を近似した第1実施例の条件式(1')を満足するようにしてもよい。また、第1実施例の条件式(2)を満足するのが好ましい。

なお、上記条件式(1)は、IRカットフィルタを配置する空間に余裕がある場合に適している。

また、このIRカットフィルタで受光面へのゴミの付着や傷を防止するための防塵ガラスを兼ねることができる。上述のように、電子撮像素子の受光部の前方には、平行平面ガラスが設けられている。この平行平面ガラスは、IRカットフィルタよりも更に像位置（受光面）に近い。そのため、平行平面ガラス上にゴミや傷があると、それらが画像に映り込んでしまうので問題となる。

しかしながら、IRカットフィルタがあることにより、受光部に設けられた平行平面ガラスへのゴミの付着や、平行平面ガラスに傷が付くことを防止できる。

なお、IRカットフィルタは、受光面からより離れた位置に配置するほど防塵効果が高く、IRカットフィルタの傷や付着したゴミの画像への映り込みも少なくなる。さらに、一般的に膜の層数がマルチコートよりもはるかに多くなるIRカットコート面では膜の欠陥であるピンホール等も生じ易い。このため、特にCCDに近い方のIRカットフィルタF1においては、マルチコート面よりもIRカットコート面をCCDから遠くなるように配置するのが、膜の欠陥の画面への映り込みが少なくなるので好ましい。

上述のように、電子撮像素子に近い側のIRカットフィルタを傾けて配置すると、フレア光を低減できる。しかし、電子撮像素子（CCD）の短辺方向に傾けて配置した場合には、画面の上側と下側とでフィルタに対する光の入射角度が異なるため分光特性も非対称となり、最悪の場合には撮影画像の上側と下側とで色合いが異なるといった色ムラ現象が発生してしまうおそれがある。



そこで、本発明の撮像装置においては、2つの光学素子（IRカットフィルタ）のうち接続部側の光学素子は、光軸に垂直な方向を基準軸とした時の該基準軸と接続部側の光学素子の電子撮像素子側の面とのなす角が、光軸に垂直な方向を基準軸とした時の該基準軸と電子撮像素子側の光学素子の電子撮像素子とは反対側の面とのなす角度に対し負の符号を掛けた角度にほぼ一致する角度でもって配置されているのが好ましい。

例えば、図14に示すように、接続部側のIRカットフィルタF2を電子撮像素子側のIRカットフィルタF1と光軸に対し垂直な軸に対して、対称的に傾けて配置する（図14では、該垂直な軸とIRカットフィルタF2とのなす角度は $-\theta$ 、該垂直な軸とIRカットフィルタF1とのなす角度は $\theta$ である）。このようにすれば、電子撮像素子側のIRカットフィルタをフレア除去のために傾けて配置したことに伴う色ムラの発生を接続部側のIRカットフィルタで相殺して、低減させることができる。

図13に示すように、第5実施例の電子撮像装置は、本体部101と、本体部101に接続されたマウント部102と、マウント部102に設けられたIRカットフィルタ103<sub>1</sub>、103<sub>2</sub>とで構成されている。本体部1は、電子撮像素子としてのCCD104を有している。また、マウント部102は一方の面が本体部101の面と接しており、ネジ止めされている。また反対側の面には、顕微鏡などの光学装置に接続するための接続部としてCマウントが設けられている。

IRカットフィルタ103<sub>1</sub>、103<sub>2</sub>は、光学装置から入射してくる光のうち、所定の波長領域の光の透過率を所定の値以下にまで低下させる作用を有する光学素子である。なお、図13において106は光軸である。

本実施例では、IRカットフィルタ103<sub>1</sub>、103<sub>2</sub>は、平行平面ガラスに干渉膜タイプのIRカットコートが施されたものである。光軸1

06に対して垂直な方向を基準軸にすると、IRカットフィルタ103<sub>1</sub>、103<sub>2</sub>はこの基準軸に対して傾斜角度 $\theta = 2^\circ$ 、 $-2^\circ$ 傾けて配置されている。当然、IRカットフィルタ103<sub>1</sub>、103<sub>2</sub>のコート面も基準軸に対して傾斜角度 $\theta = 2^\circ$ 、 $-2^\circ$ 傾いている。また、傾斜方向は受光面104aの短辺方向に沿う方向である。また、IRカットフィルタ103<sub>1</sub>の面103<sub>1</sub>aからCCD104の受光面104aまでの光軸106上の距離L1は13mmである。また、CCD104における有効撮像範囲の短辺の長さL2は6.6mmである。

また、IRカットフィルタ103<sub>1</sub>、103<sub>2</sub>の透過率は、波長410nmから625nmの範囲において90%を上回り、波長700nmから900nmの範囲において5%以下となっている。干渉膜タイプのIRカットフィルタ103<sub>1</sub>、103<sub>2</sub>の分光透過率特性を図15に示す。

なお、本実施例は条件式(1)を満たしているが、条件式(2)は満たしていない。条件式(2)を満たすためには $7.2^\circ$ 以上傾けなければならない。

本実施例では、IRカットフィルタ103<sub>1</sub>は、このIRカットコート面103<sub>1</sub>aが受光面104aとは反対側（光学装置側）になるように配置されている。これにより、反射率が高いコート面を受光面104aから離すことができる。

また、IRカットフィルタ103<sub>1</sub>、103<sub>2</sub>は挿脱可能となっている。本実施例では、マウント部102が、ネジによって本体部101に取り付けられている。よって、このネジを外すことによって、IRカットフィルタ103<sub>1</sub>、103<sub>2</sub>とは異なる分光透過率特性を有するIRカットフィルタ103'<sub>1</sub>、103'<sub>2</sub>（図示せず）に交換することができるようになっている。

例えば、IRカットフィルタ103<sub>1</sub>、103<sub>2</sub>の代わりに、透過率が波長400nmから550nmの範囲において90%を上回り、波長700nmから900nmの範囲において6%以下となっている色ガラスタイプのIRカットフィルタ103'<sub>1</sub>、103'<sub>2</sub>を用いても良い。色

ガラスタイプの I R カットフィルタ  $103'_1$ ,  $103'_2$  の分光透過率特性を図 16 に示す。

なお、色ガラスタイプの I R カットフィルタ  $103'_1$ ,  $103'_2$  に交換した場合も、面  $103'_1a$  から CCD 104 の受光面  $104a$  までの光軸 106 上の距離  $L_1$ 、傾斜角度 ( $\theta$ ,  $-\theta$ ) 及び傾斜方向は、干渉膜タイプの I R カットフィルタ  $103_1$ ,  $103_2$  とほぼ同じである。

また、色ガラスタイプの I R カットフィルタの場合、両面にマルチコートを実施せば表面反射を抑えることができる。よって、このようすれば、傾けて配置しなくても良いが、傾けて配置すればよりフレア光の発生を防止することができる。

このように構成された本実施例の電子撮像装置は、標本撮影を行なう場合に、マウント部 102 を介して図示省略した顕微鏡に接続して用いられる。

本実施例によれば、I R カットフィルタ  $103_1$ ,  $103_2$  は干渉膜コートのものである。そのため、吸収型フィルタのように泡やブツブツ等が撮影画像に映り込まれることは少ない。

また、本実施例の電子撮像装置では、I R カットフィルタ  $103_1$ ,  $103_2$  を、CCD 104 の受光面  $104a$  に対して上述のような相対的配置関係をもって傾けて配置した。これにより、I R カットコート面で反射した光が受光部に到達する回数が 1 回以下になり、フレアの発生を抑えることができるとともに、色ムラの発生を低減させることができる。さらに、I R カットフィルタ  $103_1$ ,  $103_2$  を CCD 104 の有効撮像範囲の短辺方向に傾けたので、傾き角度が小さく済み、I R カットフィルタの設置空間を極力小さくすることができる。

また、I R カットフィルタ  $103_1$ ,  $103_2$  と I R カットフィルタ  $103'_1$ ,  $103'_2$  を交換可能に構成したので、標本の種類や検鏡方法に応じて分光透過率特性の異なる I R カットフィルタ  $103_1$ ,  $103_2$  又は I R カットフィルタ  $103'_1$ ,  $103'_2$  を用いることで、より広範囲

の撮像をすることができる。

なお、本実施例では、平行平面ガラスは反射防止コートが施されていないものとして扱った。しかし、反射防止コートを施せば、フレアの発生を抑える効果はより大きい。したがって、反射防止コートを施した略平行平面ガラスとIRカットフィルタを組み合わせれば、よりフレアの発生を抑えることができる。

また、光学素子を傾けてその表面反射に起因するフレアを低減させる効果は、IRフィルタに限らず受光面の前に配置されるカメラ内光学素子全てで有効である。よって、条件式(1)または条件式(2)は、受光面の前に配置されるカメラ内光学素子全てに適用して良い。

本発明は、上記実施例に限ることなく、その他、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。さらに、上記実施形態には、種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組合せにより種々の発明が抽出され得る。

例えば実施例に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除されても、発明が解決しようとする課題の欄で述べた課題が解決でき、発明の効果で述べられている効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

What is claimed is:

1. 光学装置に接続するための接続部と、前記光学装置から入射してくる所定波長領域の光に対し所定の透過率を有する第1の光学素子と、前記第1の光学素子を透過した光を受光する電子撮像素子とを含む電子撮像装置。

2. 前記第1の光学素子は透過率が $50 \pm 10\%$ 以下である、クレーム1に記載の電子撮像装置。

3. 前記第1の光学素子のコート面が以下の条件を満足するように、前記光学素子が配置されている、クレーム2に記載の電子撮像装置。

$$2 \times L_1 \times \tan 2\theta + L_1 \times \tan 4\theta \geq L_2 / 2$$

ただし、 $L_1$ は前記第1の光学素子のコート面から前記電子撮像素子の受光面までの光軸上の距離、 $L_2$ は前記電子撮像素子の受光部における有効撮像範囲の短辺の長さ、 $\theta$ は前記光軸に垂直な方向を基準軸とした時の該基準軸と前記第1の光学素子のコート面とのなす角度である。

4. 前記第1の光学素子は挿脱自在に設けられている、クレーム2に記載の電子撮像装置。

5. 前記第1の光学素子に隣接して配置された第2の光学素子を更に含み、前記第1光学素子及び前記第2の光学素子は、前記光学装置から入射してくる光のうち少なくとも $700\text{ nm}$ から $900\text{ nm}$ の範囲の光に対する透過率が $50\%$ 以下である、クレーム1に記載の電子撮像装置。

6. 前記光学素子及び前記第2の光学素子のうち前記電子撮像素

子側の光学素子が、次の条件式を満足するように配置されている、クレーム 5 に記載の電子撮像装置。

$$2 \times L_1 \times \tan^2 \theta + L_1 \times \tan^4 \theta \geq L_2 / 2$$

ただし、 $L_1$  は前記電子撮像素子側の光学素子の電子撮像素子とは反対側の面から前記電子撮像素子の受光面までの光軸上の距離、 $L_2$  は前記電子撮像素子の受光部における有効撮像範囲の短辺の長さ、 $\theta$  は前記光軸に垂直な方向を基準軸とした時の該基準軸と前記電子撮像素子側の光学素子の電子撮像素子とは反対側の面とのなす角度である。

7. 前記光学素子は挿脱自在に設けられている、クレーム 5 に記載の電子撮像装置。

8. 光学装置と撮像カメラとの間に配置されていて、前記光学装置に接続された第 1 の接続部と、前記撮像カメラに接続された第 2 の接続部と、前記光学装置から入射してくる所定波長域の光に対し所定の透過率を有する光学素子とを含んでいる、撮像カメラ接続用アダプタ。

9. 前記光学素子は、透過率が  $50 \pm 10\%$  以下である、クレーム 8 に記載の撮像カメラ接続用アダプタ。

10. 前記光学素子のコート面が以下の条件を満足するように、前記光学素子が配置されている、クレーム 9 に記載の撮像カメラ接続用アダプタ。

$$2 \times L_1 \times \tan^2 \theta + L_1 \times \tan^4 \theta \geq L_2 / 2$$

ただし、 $L_1$  は前記光学素子のコート面から前記撮像カメラの電子撮像素子の受光面までの光軸上の距離、 $L_2$  は前記電子撮像素子の受光部における有効撮像範囲の短辺の長さ、 $\theta$  は前記光軸に垂直な方向を基準軸とした時の該基準軸と前記光学素子のコート面とのなす角度である。

1 1. 前記光学素子は挿脱自在に設けられている、クレーム 9 に記載の撮像カメラ接続用アダプタ。

1 2. 第 2 の光学素子を更に含み、前記光学素子及び前記第 2 の光学素子は、前記光学装置から入射してくる光のうち少なくとも 7 0 0 n m から 9 0 0 n m の範囲の光に対する透過率が 5 0 % 以下である、クレーム 8 に記載の撮像カメラ接続用アダプタ。

1 3. 前記光学素子及び前記第 2 の光学素子のうち前記撮像カメラの電子撮像素子側の光学素子が、次の条件式を満足するように配置されている、クレーム 1 2 に記載の撮像カメラ接続用アダプタ。

$$2 \times L 1 \times \tan 2 \theta + L 1 \times \tan 4 \theta \geq L 2 / 2$$

ただし、L 1 は前記電子撮像素子側の光学素子の電子撮像素子とは反対側の面から前記電子撮像素子の受光面までの光軸上の距離、L 2 は前記電子撮像素子の受光部における有効撮像範囲の短辺の長さ、 $\theta$  は前記光軸に垂直な方向を基準軸とした時の該基準軸と前記電子撮像素子側の光学素子の電子撮像素子とは反対側の面とのなす角度である。

1 4. 前記光学素子は挿脱自在に設けられている、クレーム 1 2 に記載の撮像カメラ接続用アダプタ。

1 5. 顕微鏡と、前記顕微鏡から入射してくる所定波長域の光に対し所定の透過率を有する第 1 の光学素子と、前記第 1 の光学素子を透過した光を受光する電子撮像素子とを含む顕微鏡装置。

1 6. 前記第 1 の光学素子は透過率が  $5 0 \pm 1 0 \%$  以下である、クレーム 1 5 に記載の顕微鏡装置。

17. 前記第1の光学素子のコート面が以下の条件を満足するように、前記第1の光学素子が配置されている、クレーム16に記載の顕微鏡装置。

$$2 \times L1 \times \tan 2\theta + L1 \times \tan 4\theta \geq L2 / 2$$

ただし、L1は前記第1の光学素子のコート面から前記電子撮像素子の受光面までの光軸上の距離、L2は前記電子撮像素子の受光部における有効撮像範囲の短辺の長さ、 $\theta$ は前記光軸に垂直な方向を基準軸とした時の該基準軸と前記第1の光学素子のコート面とのなす角度である。

18. 第2の光学素子を更に含み、前記第1光学素子及び前記第2の光学素子は、前記顕微鏡から入射してくる光のうち少なくとも700nmから900nmの範囲の光に対する透過率が50%以下である、クレーム15に記載の顕微鏡装置。

19. 前記第1光学素子及び前記第2の光学素子のうち前記顕微鏡側の光学素子が、次の条件式を満足するように配置されている、クレーム18に記載の顕微鏡装置。

$$2 \times L1 \times \tan 2\theta + L1 \times \tan 4\theta \geq L2 / 2$$

ただし、L1は前記顕微鏡側の光学素子の前記顕微鏡とは反対側の面から前記顕微鏡の受光面までの光軸上の距離、L2は前記顕微鏡の受光部における有効撮像範囲の短辺の長さ、 $\theta$ は前記光軸に垂直な方向を基準軸とした時の該基準軸と前記顕微鏡側の光学素子の顕微鏡とは反対側の面とのなす角度である。



## ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

電子撮像装置は、光学装置に接続するための接続部と、光学装置から入射してくる所定波長領域の光に対し所定の透過率を有する光学素子と、電子撮像素子とを含んでいる。